

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(НИУ «БелГУ»)**

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ
ПГТ СОСНОВКА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выпускная квалификационная работа студента

заочного отделения 5 курса
группы 12001452
направления подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии
и системы связи

Гостевой К.А.

Научный руководитель
доцент кафедры-телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ», к.т.н. А.С. Белов

Рецензент
К.т.н., доцент В.В. Земляченко

БЕЛГОРОД 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА	5
1.1 Общая информация	5
1.2 Анализ существующей сети связи	6
1.3 Исходные данные к проекту	7
2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ПГТ СОСНОВКА ЛЕНИГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	10
2.1 Выбор технологии абонентского доступа	10
2.2 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи	12
3 РАСЧЁТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ СВЯЗИ	14
4 ВЫБОР ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	17
4.1 Выбор активного оборудования сети PON	17
4.2 Выбор пассивного оборудования сети PON	18
4.3 Выбор типа оптического кабеля	19
5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ПГТ СОСНОВКА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	20
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	24
6.1 Оценка капитальных вложений в проект	24
6.2 Калькуляция эксплуатационных расходов	26
6.3 Определение тарифных доходов	29
6.4 Определение оценочных показателей проекта	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	39

						11120005.110302.554.ПЗВКР			
Изм	Колуч	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разраб.		Гостева К.А.				«Проектирование мультисервисной сети связи пгт Сосновка Ленинградской области»	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Белов А.С.					п	2	40
Рецензент		Земляченко В.В.					НИУ “БелГУ” гр. 12001452		
Н. контр.		Фамилия И.О.							
Утвердил		Жуляков Е.Г.							

ВВЕДЕНИЕ

Инфокоммуникационные технологии в постиндустриальном обществе становятся такой же частью социальной инфраструктуры населенного пункта, как и дорожная доступность, наличие электрических сетей, объектов здравоохранения, среднего образования. Цифровое неравенство между городским и сельским населением, то есть различная доступность инфокоммуникационных технологий в городских агломерациях и удаленных малых населенных пунктах сельской местности, обостряется в связи с эмиграцией населения из сельской местности в города.

Экономическими инструментами государственной политики, направленной на заселение территорий, повышение обороноспособности государства, обеспечение промышленности природными ресурсами с незаселенных территорий, являются распределение производственных сил, государственные инвестиции в развитие вспомогательной инфраструктуры, экономическая мотивация трудовой миграции. Однако из-за отсутствия целенаправленной политики управлением расселением доминирует урбанизация. Средняя численность малых населенных пунктов сокращается, что по закону экономии делает еще более затратной их социальное и инфраструктурное обеспечение.

Инфокоммуникационные технологии, будучи ключевым элементом социально-экономической инфраструктуры, способны повлиять на сельско-городскую миграцию.

Развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры в сельской местности, как и любой другой, требует существенных капиталовложений и издержек на обслуживание.

В настоящее время жители поселка Сосновка Сланцевского района Ленинградской области не имеют возможности получения качественных мультисервисных услуг связи. Однако, расположение поселка делает его

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

привлекательным для заселения молодыми жителями.

Целью работы является предоставление мультисервисных услуг жителям поселка Сосновка Сланцевского района Ленинградской области. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) выполнить анализ особенностей инфраструктуры поселка Сосновка Ленинградской области, включая анализ состояния существующей сети связи в поселке;
- 2) выбрать технологию организации связи в поселке Сосновка Ленинградской области;
- 3) выбрать вариант реализации мультисервисной сети связи в поселке Сосновка Ленинградской области;
- 4) оценить объем нагрузки проектируемой сети связи;
- 5) выбрать телекоммуникационное оборудование для реализации мультисервисной сети связи и вычислить его объем;
- 6) сформулировать рекомендации к реализации проектируемой сети связи в поселке Сосновка Ленинградской области;
- 7) оценить технико-экономические показатели проекта.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА

1.1 Общая информация

Поселок Сосновка является поселком Сланцевского городского поселения Сланцевского района Ленинградской области. Поселок расположен на западе района, на расстоянии 5км на юг от административного центра [2,4].

На рисунке 1.1 представлена карта пгт.Сосновка Сланцевского района Ленинградской области [1].



Рисунок 1.1 – Карта поселка Сосновка Сланцевского района Ленинградской области

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Протяженность поселка с севера на юг составляет порядка 3,5км. Расстояние от крайней западной точки до крайней восточной не превышает 1,8км [1].

Как видно из рисунка 1.1, поселок расположен на левом берегу р.Плюсса. Поселок расположен в низменной местности. На территории поселка Сосновка наблюдается атлантико-континентальный климат. Зимы, как правило, мягкие, умеренно холодные и длительные. Средняя температура самого холодного зимнего месяца составляет порядка $-5,5^{\circ}$. Лето в Сосновке умеренно теплое и короткое. Средняя температура самого теплого летнего месяца составляет порядка $18,3^{\circ}$. Средний температурный диапазон в поселке составляет от -9° до 22° [7,14].

Расположение поселка на автодороге 41К-005 (Сланцы–Краколье) делает его привлекательным для жизни людей разных возрастов. Кроме того, вблизи поселка, на расстоянии порядка 2,5км, имеется железнодорожная станция Сланцы [1,14].

Территория поселка застроена частными домами. На 2018г. население поселка составляет порядка 3460 человек. В поселке имеется рыбозавод, молочный завод, хлебопекарня, одна школа и один детский сад. Кроме того имеются 7 небольших магазинов [5,6].

1.2 Анализ существующей сети связи

На территории поселка Сосновка Сланцевского района Ленинградской области осуществляется предоставление стационарной связи компанией ОАО «Северо-Западный Телеком». Доступ к сети передачи данных предоставляется на базе технологии ADSL. Однако, не все жители поселка имеют возможность получения услуг стационарной связи [7,14]. На рисунке 1.2 представлена существующая схема организации связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

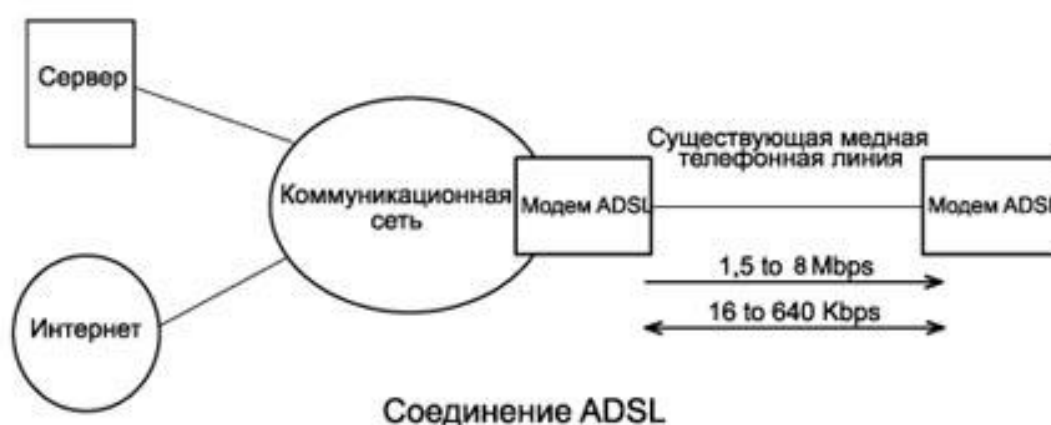
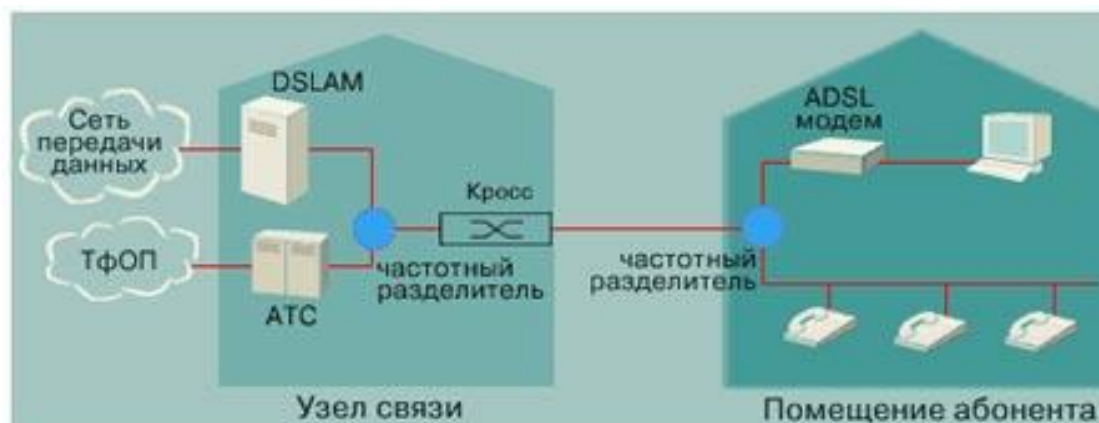


Рисунок 1.2 – Принципиальная схема организации связи по технологии ADSL

Кроме того, на территории поселка действует 5 операторов мобильной связи: «МТС», «Билайн», «МегаФон», «Sky Link», «Tele2» [7,14].

В рамках данной работы предполагается, что проект выполняется для стороннего оператора связи, не имеющего в настоящее время своей сети связи на территории поселка Сосновка Сланцевского района Ленинградской области.

1.3 Исходные данные к проекту

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На основе проведенного анализа объекта могут быть сформулированы требования к проектируемой сети связи.

Проектируемая сеть связи должна обеспечивать возможность предоставления услуг Triple Play Services, а именно услуги передачи данных, IPTV и IP-телефонии.

Количество потенциальных абонентов определяется исходя из числа жителей поселка, а также количество потенциальных юридических клиентов. Население поселка Сосновка на 2018г составляет 3460 человек. Исходя из того, что семья в среднем состоит из 3х человек, потенциальное количество физических абонентов сети составляет порядка 1154. Для определения числа юридических клиентов необходимо учесть все организации и магазины, расположенные в поселке. Как было отмечено ранее, в поселке Сосновка имеется школа, детский сад, пекарня, молочный и рыбный завод и 7 небольших магазинов. Таким образом, на территории поселка предполагается предоставление телекоммуникационных услуг для 12 юридических клиентов.

На основе анализа спроса на различные телекоммуникационные услуги в сходных по экономическим и социальным показателям населенных пунктах, принято решение, что все потенциальные абоненты будут заинтересованы в получении высокоскоростного доступа к сети передачи данных. Спрос на услуги IP-телефонии и IPTV будет ниже. Так предполагается, что услуга IPTV будет востребована порядка 40% абонентов, а услугой IP-телефония будут пользоваться порядка 10% абонентов. Что касается юридических клиентов, то все они будут пользоваться только услугами передачи данных. В таблице 1.1 представлено распределение абонентов по видам предоставляемых услуг.

Таблица 1.1 – Распределение абонентов по видам предоставляемых услуг

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

	Передача данных	IP-телефония	IP TV
Физич. абоненты	1154	116	462
Юрид. абоненты	12	-	-
Всего	1166	116	462

Необходимо также определить требования к качеству передачи данных. В настоящее время часть пользователей имеет возможность получения телекоммуникационных услуг с использованием технологии ADSL. Однако существующая сеть связи не позволяет предоставлять высокую скорость передачи данных. Поэтому для обеспечения конкурентоспособности проектируемая сеть связи должна обеспечивать высокие скорости передачи данных до 100Мбит/с. Кроме того, проектируемая сеть связи должна обеспечивать возможность пользователям получения не менее 40 телевизионных каналов IPTV в высоком качестве.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ПГТ СОСНОВКА ЛЕНИГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1 Выбор технологии абонентского доступа

Анализ научно-технической литературы показывает, что в настоящее время для реализации доступа к мультисервисным услугам широко используются как проводные, так и беспроводные технологии. Каждая из них имеет как преимущества, так и недостатки в сравнении с остальными [8,9,13,15].

Беспроводные технологии, на первый взгляд, представляются быстрым и дешевым решением проблемы «последней мили». Однако, подробное изучение вопроса позволяет выявить ряд недостатков [8,9,13,15]. Во-первых, более низкая степень безопасности за счет использования открытого канала связи. Во-вторых, зависимость от степени застройки, рельефа местности и погодных условий. В-третьих, проблемы с получением разрешения на использование радиочастот. Кроме того, как показывает анализ телекоммуникационного оборудования, скорость передачи, обеспечиваемая беспроводными технологиями, ниже, чем у многих проводных технологий. Важно также отметить, что зачастую, расходы на получение и использование радиочастот достаточно высоки, что снижает финансовую эффективность беспроводных сетей связи.

Среди проводных технологий можно выделить технологии, использующие медные линии связи и использующие волоконно-оптические линии [8,9,13,15]. Очевидно, что сети связи, построенные на ВОЛС дороже сетей, использующих медные линии. Однако, медные линии связи имеют ограниченный ресурс для развития мультисервисных сетей связи. Поэтому для сетей, строящихся в развивающихся населенных районах, целесообразно

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

реализовывать технологии FTTx. В данном случае используется передача сигнала по оптическому волокну до некоторого участка, который определяется буквой “х” в названии технологии. Выбор варианта реализации зависит от объекта, для которого выполнено проектирование. В частности, от типа застройки, типа абонента и его пожеланий.

Сети FTTx могут быть построены как на базе технологии Ethernet, так и на базе технологии PON [8,9,13,15]. При реализации сети на базе технологии Ethernet необходимо использование активного оборудования на всех трех участках: ядро, агрегация, доступ. Технология PON представляет собой пассивную оптическую сеть, в которой активным является только центральное станционное устройство и абонентские устройства. Это позволяет снизить расходы на обслуживание сети [11,12,13].

При разработке мультисервисной сети связи необходимо учитывать особенности местности и типа абонентов, для которых предназначена эта сеть. В рамках данной работы предполагается проектирование сети связи для поселка с низкой плотностью застройки частными домами. Исходя из исходных данных, проектируемая сеть является не развитием существующей, а новой сетью, которая должна обеспечивать возможность предоставления услуг Triple Play Services с высокими скоростями передачи данных. Поэтому для реализации мультисервисной сети связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области рекомендуется использовать технологию PON. Данная технология позволит удовлетворить потребности пользователей в получении разных видов телекоммуникационных услуг при обеспечении высокой скорости передачи данных. Использование пассивной оптической сети позволит снизить расходы на ее обслуживание, а также не потребует дополнительных расходов на размещение активного оборудования.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи

В рамках данной работы предлагается использовать технологию GPON для построения мультисервисной сети связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области. На рисунке 2.1 представлена обобщенная схема организации связи в пгт.Сосновка.

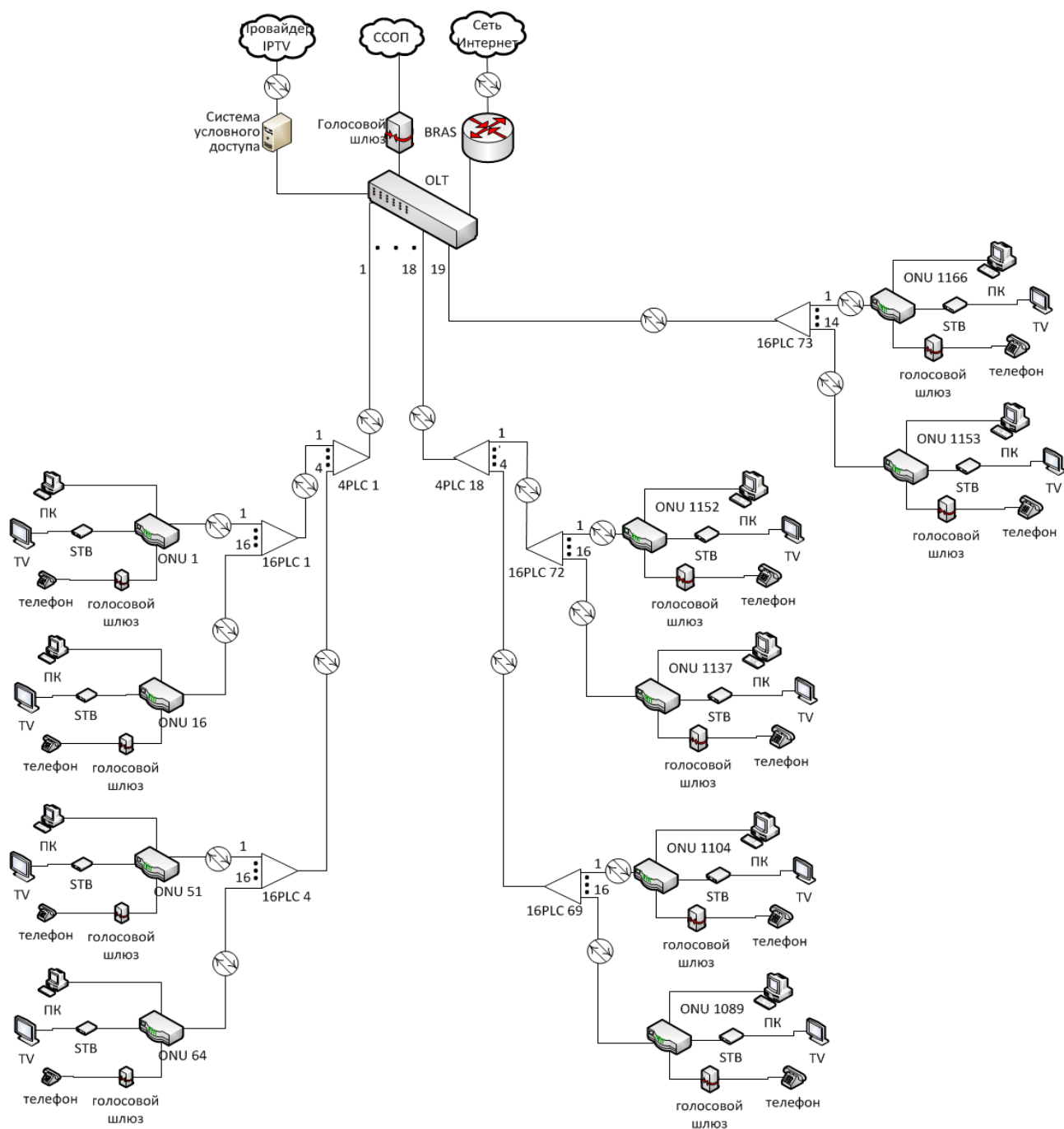


Рисунок 2.1 – Обобщенная схема организации связи в поселке Сосновка Ленинградской области

Исходя из возможностей оборудования и распределением абонентов, предполагается организовать 19 кластеров, 18 из которых имеют емкость 64 абонента, а 1 – 14 абонентов. В таблице 2.1 представлено распределение количества абонентов по кластерам с указанием распределения предоставляемых услуг.

Таблица 2.1 – Распределением числа абонентов по кластерам

№ кластера	Кол-во абонентов	передача данных	IP TV	IP-телефония
1	64	64	26	7
2	64	64	25	6
3	64	64	25	6
4	64	64	25	6
5	64	64	26	7
6	64	64	25	6
7	64	64	25	6
8	64	64	26	7
9	64	64	25	6
10	64	64	26	7
11	64	64	25	6
12	64	64	25	6
13	64	64	26	7
14	64	64	25	6
15	64	64	26	7
16	64	64	26	7
17	64	64	25	6
18	64	64	25	6
19	14	14	5	1
Итого	1166	1166	462	116

Разработанная схема построения сети связи в поселке Сосновка Ленинградской области может быть скорректирована с учетом оценки объемов нагрузки на различных участках сети, а также с учетом выбранного оборудования для реализации сети связи.

3 РАСЧЁТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ СВЯЗИ

Проектируемая сеть связи предполагает реализацию технологии GPON для 19 кластеров с наибольшим числом абонентов 64. Целесообразно оценить потенциальную нагрузку от каждого кластера проектируемой сети связи. Как видно из таблицы 2.1 некоторые кластеры имеют одинаковое количество абонентов и распределение услуг для них. Для удобства перепишем сведения о распределении абонентов в таблицу 3.1 с указанием только различающихся кластеров.

Таблица 3.1 – Распределением числа абонентов по кластерам

№ кластера	Кол-во абонентов	передача данных	IP TV	IP-телефония
1,5,8,10, 13,15,16	64	64	26	7
2,3,4,6, 7,9,11,12, 14,17,18	64	64	25	6
19	14	14	5	1
Итого	1166	1166	462	116

Для обеспечения достаточно высокого качества обслуживания клиентов необходимо, чтобы полоса канала обеспечивала возможность предоставления услуг IP-телефонии со скоростью 64кбит/с, услуг IPTV – 5,28Мбит/с, передачи данных – 20Мбит/с. Речь идет о работе сети в час наибольшей нагрузки.

Тогда требуемая полоса пропускания для обеспечения IP-телефонии для каждого кластера составляет:

$$ПП_{млф}(1,5,8,10,13,15,16) = 7 \cdot 64 = 448 \text{ кбит/с,}$$

$$ПП_{млф}(2,3,4,6,7,9,11,12,14,17,18) = 6 \cdot 64 = 384 \text{ кбит/с,}$$

$$ПП_{млф}(19) = 1 \cdot 64 = 64 \text{ кбит/с.}$$

Аналогично, несложно рассчитать полосу пропускания для

предоставления услуг IPTV:

$$\begin{aligned}ППП_{IPTV}(1,5,8,10,13,15,16) &= 26 \cdot 5,28 = 137,28 \text{ Мбит/с}, \\ППП_{IPTV}(2,3,4,6,7,9,11,12,14,17,18) &= 25 \cdot 5,28 = 132 \text{ Мбит/с}, \\ППП_{IPTV}(19) &= 5 \cdot 5,28 = 26,4 \text{ Мбит/с}.\end{aligned}$$

Пропускная способность для передачи данных с высокой скоростью составляет:

$$\begin{aligned}ППП_{ПД}(1,5,8,10,13,15,16) &= 64 \cdot 30 = 1920 \text{ Мбит/с}, \\ППП_{ПД}(2,3,4,6,7,9,11,12,14,17,18) &= 64 \cdot 30 = 1920 \text{ Мбит/с}, \\ППП_{ПД}(19) &= 14 \cdot 30 = 420 \text{ Мбит/с}.\end{aligned}$$

Общая пропускная способность для каждого кластера определяется путем сложения пропускных способностей для передачи данных, IP-телефонии и IPTV. Таким образом, пропускная способность для каждого кластера составляет:

$$\begin{aligned}ПП(1,5,8,10,13,15,16) &= 1920 + 137,28 + 0,448 = 2057,728 \text{ Мбит/с}, \\ПП(2,3,4,6,7,9,11,12,14,17,18) &= 1920 + 132 + 0,384 = 2052,384 \text{ Мбит/с}, \\ПП(19) &= 420 + 26,4 + 0,064 = 446,464 \text{ Мбит/с}.\end{aligned}$$

Возможности технологии GPON позволяют обеспечить скорость передачи данных для нисходящего потока 2,488Гбит/с, что превышает требуемую ширину полосы пропускания. Кроме того, в случае максимальной загрузки, т.е. в ситуации, когда один узел обслуживает 64 абонента при предоставлении им всех видов услуг при указанных выше параметрах, необходимая полоса пропускания составит:

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$ПП_{max} = 64 \cdot 0,064 + 64 \cdot 5,28 + 64 \cdot 30 = 2262,016 \text{ Мбит/с.}$$

Данная величина также меньше, чем возможности оборудования GPON.

Общая нагрузка на сеть будет составлять порядка:

$$ПП_{общ} = 116 \cdot 0,064 + 462 \cdot 5,28 + 1166 \cdot 30 = 7,424 + 2439,36 + 34980 = 37426,784 \text{ Мбит/с}$$

Таким образом, общая нагрузка на сеть превышает 37 Гбит/с.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ВЫБОР ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Выбор активного оборудования сети PON

Как отмечалось ранее, в сетях PON активным является только станционное оборудование и оборудование, располагаемое на стороне абонента.

В рамках данного проекта предполагается разбиение сети на 19 кластеров, каждый из которых обслуживает не более 64 абонентов. Таким образом, выбираемое станционное оборудование должно поддерживать технологию GPON и иметь не менее 19 портов.

На основе проведенного анализа телекоммуникационного оборудования решено выбрать оборудование фирмы ZTE. В качестве станционного устройства проектируемой сети связи предлагается использовать оборудование ZXHA10 C320. Данное устройство является полносервисной платформой оптического доступа. Платформа ZXHA10 C320 обладает высоким качеством предоставления услуг и компактным дизайном. Данная система, как утверждает производитель, позволяет построить надежную сеть связи FTTx. платформа позволяет использовать до 32 портов GPON и до 2 портов 10GEthernet [3]. Таким образом, для реализации проектируемой мультисервисной сети связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области достаточно использования одного ZXHA10 C320.

Помимо станционного оборудования необходимо выбрать оборудование для обеспечения доступа абонентов. В рамках данной работы предлагается использовать абонентские терминалы фирмы HUAWEI ONU GPON [3]. Данные абонентские терминалы позволяют реализовывать доступ к сети GPON. При этом оно обеспечивает подключение до 4х устройств по протоколу 10/100Base-T и один телефонный терминал. Кроме того, имеется порт USB и возможность передачи данных по технологии WiFi. Количество требуемых терминалов

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

HUAWEI ONU GPON совпадает с числом абонентов сети. Таким образом, для реализации проектируемой сети связи необходимо 1166 терминалов HUAWEI ONU GPON.

4.2 Выбор пассивного оборудования сети PON

Помимо активного оборудования, для реализации сети необходимо также использование пассивного оборудования. К пассивному оборудованию сети связи PON относятся оптические делители. В рамках данного проекта предполагается реализация 19 кластеров с наибольшим количеством абонентов 64. С учетом разнесенности абонентов целесообразно использовать 2 уровня разветвителей. На нижнем уровне предполагается использование оптических планарных делителей SNR-PLC-1x16 [3]. Учитывая, что предполагается обслуживание 1166 абонентов, то для реализации проектируемой сети связи необходимо использование 73 делителей SNR-PLC-1x16. 72 делителя будут обслуживать по 16 абонентов и 1 будет обслуживать 14 абонентов.

При реализации сети предполагается, что один из кластеров будет организован с использованием только делителя SNR-PLC-1x16, а остальные 18 по средствам объединения поток от четырех делителей SNR-PLC-1x16 одним делителем SNR-PLC-1x4. Таким образом, для реализации сети необходимо использование 18 оптических планарных делителей SNR-PLC-1x4 [3].

Для выполнения планарных делителей используются методы интегральной оптики. Для этого постепенно осаждаются слои сердцевины и оболочки. Выполняется это химическим способом на кремниевой подложке. Затем формируется планарный волновод. В результате получают планарный волновод 1x2. Для получения делителей с большим количеством выходов выполняется каскадное формирование делителей 1x2. Таким образом формируется фактически оптическая микросхема, которая имеет входные и

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВЫХОДНЫЕ ВОЛОКНА.

4.3 Выбор типа оптического кабеля

Для реализации мультисервисной сети связи необходимо выбрать оптический кабель связи. В рамках данной работы рекомендуется использовать кабель ОГЦН 7 кН [10].

Конструкция кабеля предполагает наличие центрального оптического модуля, на который накладывается бронепокров. В кабеле данной марки в качестве бронепокрова используются стальные оцинкованные проволоки. Также кабель ОГЦН 7 кН имеет наружную оболочку из полиэтилена. Кроме того, кабель имеет заполнитель межпроводочного пространства из гидрофобного геля.

Важно отметить, что оболочка кабеля не распространяет горение. Рабочий температурный диапазон составляет от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Допустимое растягивающее усилие от 7 до 20 кН. Допустимое раздавливающее усилие не менее 0,7 кН/см. Количество оптических волокон в кабеле - от 2 до 32.

Для проектируемой сети связи достаточно использования 110 км оптического кабеля.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ПГТ СОСНОВКА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В рамках данной работы спроектирована схема организации связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области, представленная на рисунке 5.1.

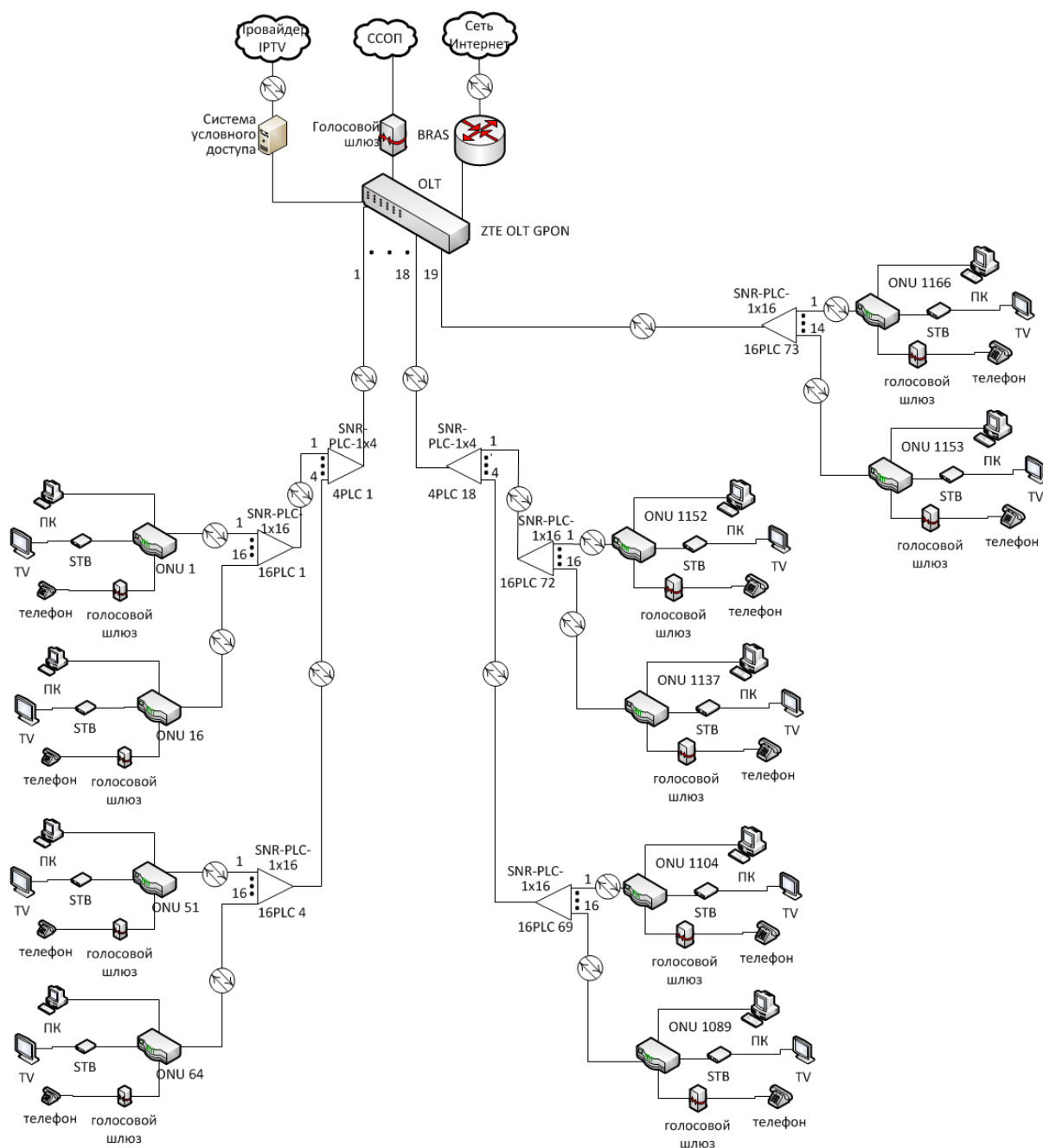


Рисунок 5.1 – Схема организации связи в пгт.Сосновка Ленинградской области

Всю сеть связи можно разделить на три уровня: центральный узел связи, внешняя сеть, зона абонента. В проектируемой сети связи центральный узел связи представлен одним устройством OLT компании ZTE ZX10 C320. Данное оборудование предполагается размещать в здании АТС, расположенном в г.Сланцы, расположенном на расстоянии 5км от поселка Сосновка. В этом случае, максимальная длина линии связи между абонентом и станционным оборудованием будет составлять порядка 11км. В соответствии с рекомендациями по построению сетей на базе технологии GPON, абоненты сети должны располагаться в радиусе 20км. Таким образом, проектируемая схема удовлетворяет необходимым условиям.

Внешняя сеть представлена двумя типами оптических планарных делителей SNR-PLC-1x16 и SNR-PLC-1x4. При реализации проектируемой сети связи предполагается разбиение на 19 кластеров, 18 из которых будут обслуживать по 64 абонента и 1 – 14 абонентов. Восемнадцать кластеров будут подключаться с использованием двух уровней. Нижний уровень представлен 72 оптическими планарными делителями SNR-PLC-1x16, которые подключаются к 18 оптическим планарным делителям SNR-PLC-1x4. Девятнадцатый кластер организован одним уровнем на базе делителя SNR-PLC-1x16.

Оптические делители располагаются на электрических столбах в поселке Сосновка. Делители являются пассивными элементами, не требующими доступа к розеткам. Необходимо только использование защитных антивандальных коробов.

Оптический кабель связи предлагается прокладывать методом подвеса на электрических столбах. На рисунке 5.2 представлена схема подвеса волоконно-оптического кабеля связи в поселке Сосновка Ленинградской области.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

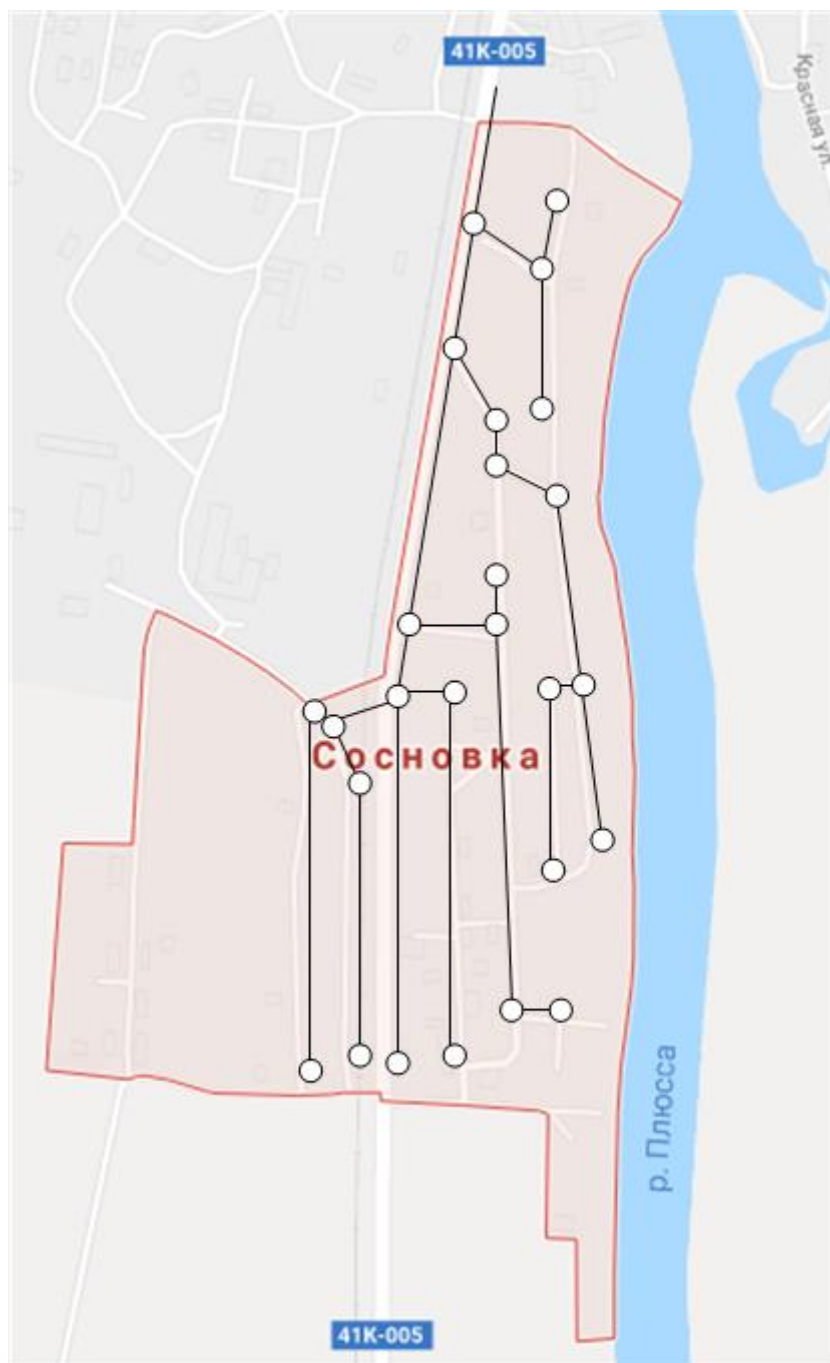


Рисунок 5.2 – Схема трассы подвеса кабеля в пгт.Сосновка Ленинградской области

На стороне абонента предполагается установка абонентских терминалов HUAWEI ONU GPON. Данное оборудование с одной стороны по оптическому кабелю связи подключается к оптическому делителю SNR-PLC-1x16. С другой стороны к абонентскому терминалу может быть подключено до 4-х терминалов по протоколу 10/100Base-T. Персональный компьютер и IP-телефон могут быть

подключены непосредственно к HUAWEI ONU GPON. Телевизор и телефон требуют дополнительного оборудования. Так, для подключения телевизора необходимо использование STB, а для подключения телефона – голосового шлюза. Важно также отметить, что выбранный абонентский терминал позволяет выполнять подключение конечных устройств по средствам WiFi.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

6.1 Оценка капитальных вложений в проект

Общие капитальные вложения на приобретение оборудования могут быть вычислены по формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (6.1)$$

где $K_{об}$ – суммарный объем затрат на приобретение оборудования, руб; K_i – общая стоимость одной позиции (типа оборудования); N – количество позиций.

Важно также отметить, что станционное устройство предполагается размещать в здании существующей АТС, поэтому в рамках данной работы не предусматриваются расходы на строительство зданий.

Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы [3,10]

Наименование	Количество единиц	Стоимость за единицу руб.	Стоимость всего в руб.
ZTE OLT GPON	1	175 295	175 295,45
Делитель оптический планарный SNR-PLC-1x4	18	388,6	6 994,8
Делитель оптический планарный SNR-PLC-1x16	73	918	67 006,7
HUAWEI ONU GPON	1166	3 250	3 789 500
Оптический кабель ОГЦН 7 кН	110	30 000	3 300 000
Разработка проекта	1	50 000	50 000
ИТОГО:			7 388 796,95

Все цены, используемые в данной работе, являются ориентировочными, так как они формируются на контрактной основе в результате договоренностей

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

с заказчиком.

При оценке капитальных вложений помимо учета расходов на закупку оборудования необходимо также учитывать:

- дополнительные расходы, связанные со строительными-монтажными работами, которые составляют порядка 20% от стоимости оборудования ($K_{сmp}$);
- оплату тары и упаковки, что составляет 0,5% от стоимости оборудования ($K_{т/у}$);
- оплату транспортных расходов, которая составляет 4% от стоимости оборудования ($K_{тр}$);
- заготовительно-складские затраты, которые составляют порядка 1,2% от стоимости оборудования ($K_{зсз}$);
- непредвиденные расходы, составляющие порядка 3% от стоимости оборудования ($K_{нр}$).

Тогда капитальные вложения в оборудование, материалы и строительные-монтажные работы составят порядка:

$$KB_{об} = K_{об} + K_{сmp} + K_{т/у} + K_{тр} + K_{зсз} + K_{нр} = 7\,388\,796,95 + 0,2 \cdot 7\,388\,796,95 + 0,005 \cdot 7\,388\,796,95 + 0,04 \cdot 7\,388\,796,95 + 0,012 \cdot 7\,388\,796,95 + 0,03 \cdot 7\,388\,796,95 = 9\,509\,381,68 \text{ руб.}$$

Учитывая, что для реализации сети необходимо 110 км оптического кабеля связи, нетрудно определить вложения на строительство линейно-кабельных сооружений [16,17]:

$$KB_{ЛКС} = 110 \cdot 100\,000 = 11\,000\,000 \text{ руб.}$$

Общий объем капитальных вложений или инвестиций в проект будет составлять:

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$KB = KB_{об} + KB_{ЛКС} = 9\,509\,381,68 + 11\,000\,000 = 20\,509\,381,68 \text{ руб.}$$

6.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Оценка технико-экономических показателей проекта предполагает также определение объемов ежегодных эксплуатационных расходов, которые складываются из ежегодных расходов по следующим пунктам:

1. затраты на оплату труда;
2. страховые взносы;
3. амортизация основных фондов;
4. материальные затраты;
5. прочие производственные расходы.

Для определения затрат на оплату труда необходимо определить состав персонала по обслуживанию оборудования. В таблице 6.2 представлен состав персонала на обслуживание проектируемой сети связи.

Таблица 6.2 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб./мес.
Инженер	30 000	1	30 000
Электромонтер	20 000	1	20 000
ИТОГО		2	50 000

Годовой фонд оплаты труда (ФОТ_{год}) составит:

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = \text{СЗП} * 12 * 1,2 = 50\,000 * 12 * 1,2 = 720\,000 \text{ руб.} \quad (6.2)$$

где 12 – количество месяцев в году; 1,2 – размер премии (20 %);

Для определения страховых взносов предлагается использовать выражение:

$$CB = 0,30 \cdot \Phi OT_{\text{год}} = 0,30 \cdot 720 = 216 \text{ тыс.руб.} \quad (6.3)$$

Амортизационные отчисления формируются в результате оценки фиксированной доли ежегодных отчислений от объемов основных средств.

В рамках данной работы амортизационные отчисления предлагается определить в соответствии с выражением:

$$AO^{\text{год}} = \frac{\Phi_{\text{перв}} \cdot H_a}{100\%}, \quad (6.4)$$

где $\Phi_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям); H_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

Итак, амортизационные отчисления равны:

$$AO_{\text{год}} = 20509381,68 \cdot 5/100 = 1025469,08 \text{ руб.}$$

При определении материальных затрат необходимо учесть расходы на электроэнергию, на материалы и запасные части и т.д. Для оценки составляющих материальных затрат рекомендуется использовать выражения (6.5) и (6.6).

Затраты на оплату электроэнергии зависят от мощности стационарного оборудования:

$$Z_{ЭН} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P \quad (6.5)$$

где $T = 2,98$ руб./кВт.час – тариф на электроэнергию для сельской местности Ленинградской области; $P = 48$ Вт - мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$З_{ЭН} = 2,98 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,048 = 1253,03 \text{ руб.}$$

Для учета затрат на материалы и запасные части необходимо вычислить 3,5% от ОПФ:

$$З_M = \frac{ОПФ \cdot 3,5\%}{100\%}, \quad (6.6)$$

где ОПФ - это основные производственные фонды (капитальные вложения)

Тогда материальные затраты составляют:

$$З_M = 20509381,67 \cdot 3,5/100 = 717828,36 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$З_{Общ} = З_{ЭН} + З_M = 1253,03 + 717828,36 = 719\,081,39 \text{ руб.} \quad (6.7)$$

Прочие расходы предусматривают общие производственные ($З_{пр.}$) и эксплуатационно-хозяйственные затраты ($З_{эк.}$):

$$З_{пр} = 0,15 * ФОТ^{вод} \quad (6.8)$$

$$З_{эк} = 0,25 * ФОТ^{вод} \quad (6.9)$$

Подставив значения в формулы (6.8) и (6.9) , получаем

$$З_{пр} = 0,15 * 720 \text{ тыс. руб.} = 108 \text{ тыс. руб.}$$

$$З_{эк} = 0,25 * 720 \text{ тыс. руб.} = 180 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, прочие расходы:

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$З_{\text{прочие}} = 108 \text{ тыс. руб.} + 180 \text{ тыс. руб.} = 288 \text{ тыс. руб.}$$

Отчисления на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) 1,5 % от всей суммы эксплуатационных расходов.

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сведены в таблицу 6.3

Таблица 6.3 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, тыс. руб.	Процент от общей стоимости
1. ФОТ	720	23,90
2. Страховые взносы	216	7,17
3. Амортизационные отчисления	1025,46908	34,03
4. Материальные затраты	719,08139	23,87
5. Прочие расходы	288	9,56
ИТОГО:	2 968,55047	98,5
НИОКР	44,52826	1,5
ВСЕГО	3 013,07873	100

6.3 Определение тарифных доходов

В рамках данного проекта предполагается поэтапное подключение абонентов в течение 6 лет. Предполагается, что в первый и второй годы подключается по 30% абонентов, а во все остальные годы по 10%.

В таблицах 6.4-6.6 представлены значения доходов от подключения по годам.

Таблица 6.4 – Доходы от подключения новых абонентов 1-й и 2-й годы

Категория абонентов	Стоимость подключения (руб.)	Количество абонентов	Суммарный доход (тыс. руб.)
Физические лица	700	346	242,2
Юридические лица	1000	4	4
ИТОГО:			246,2

Таблица 6.5 – Доходы от подключения новых абонентов 3-й годы

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
Физические лица	700	117	81,9
Юридические лица	1000	1	1
ИТОГО:			82,9

Таблица 6.6 – Доходы от подключения новых абонентов 4-й, 5-й и 6-й годы

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
Физические лица	700	115	80,5
Юридические лица	1000	1	1
ИТОГО:			81,5

В таблицах 6.7-6.12 представлены результаты оценки доходов от абонентской платы по годам.

Таблица 6.7 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 1-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	700	1000	346	4	242,2	4	246,2
Цифровое телевидение	300	300	138	0	41,4	0	41,4
За пользование телефонной сетью	200	200	34	0	6,8	0	6,8
Итого:					290,4	4	294,4

$$D_{AB \text{ ПЛАТА}} = 294,4 * 12 = 3532,8 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход в первый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB \text{ ПЛАТА}} = 246,2 + 3532,8 = 3779 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.8 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 2-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	700	1000	692	8	484,4	8	492,4
Цифровое телевидение	300	300	276	0	82,8	0	82,8
За пользование телефонной сетью	200	200	68	0	13,6	0	13,6
Итого:					580,8	8	588,8

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 588,8 * 12 = 7065,6 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход в первый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 246,2 + 7065,6 = 7311,8 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.9 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 3-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	700	1000	809	9	566,3	9	575,3
Цифровое телевидение	300	300	324	0	97,2	0	97,2
За пользование телефонной сетью	200	200	80	0	16	0	16
Итого:					679,5	9	688,5

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 688,5 * 12 = 8262 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход в первый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 82,9 + 8262 = 8344,9 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.10 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 4-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	700	1000	924	10	646,8	10	656,8
Цифровое телевидение	300	300	370	0	111	0	111
За пользование телефонной сетью	200	200	92	0	18,4	0	18,4
Итого:					776,2	10	786,2

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 786,2 * 12 = 9434,4 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход в первый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 81,5 + 9434,4 = 9515,9 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.11 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 5-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	700	1000	1039	11	727,3	11	738,3
Цифровое телевидение	300	300	416	0	124,8	0	124,8
За пользование телефонной сетью	200	200	104	0	20,8	0	20,8
Итого:					872,9	11	883,9

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 883,9 * 12 = 10606,8 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход в первый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 81,5 + 10606,8 = 10688,3 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.12 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 6-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	700	1000	1154	12	807,8	12	819,8
Цифровое телевидение	300	300	462	0	138,6	0	138,6
За пользование телефонной сетью	200	200	116	0	23,2	0	23,2
Итого:					969,6	12	981,6

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 981,6 * 12 = 11779,2 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход в первый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 81,5 + 11779,2 = 11860,7 \text{ тыс. рублей.}$$

Все последующие года доход будет составлять столько же, сколько на 6-м году без учета дохода от подключения, т.е. 11779,2 тыс. рублей.

6.4 Определение оценочных показателей проекта

Чистый денежный доход представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций и рассчитывается по формуле:

$$NPV = PV - IC \quad (6.10)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (6.11); IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (6.12).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (6.11)$$

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где P_n – доход в n -ом году; i – норма дисконта; T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=0}^T \frac{IC_n}{(1+i)^n} \quad (6.12)$$

где IC_n – инвестиции в n -ом году; i – норма дисконта; T – количество лет, для которых производится расчет.

Результаты расчетов сведены в таблицу 6.14. Необходимо отметить, что в данном проекте норма дисконта составляет 15%.

Таблица 6.14 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта, руб

Год	PV	IC	NPV
0	0,0	20509381,7	-20509381,7
1	3286087,0	23129450,1	-19843363,2
2	8814858,2	25407770,5	-16592912,3
3	14301765,4	27388918,7	-13087153,3
4	19742512,1	29111656,3	-9369144,1
5	25056486,2	30609688,9	-5553202,7
6	30184194,2	31912326,0	-1728131,8
7	34612431,7	33045053,9	1567377,9
8	38463073,1	34030034,7	4433038,4

Как видно из приведенных в таблице 6.14 рассчитанных значений, проект окупиться на восьмом году эксплуатации.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + NPV_n / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (6.13)$$

где T – значение периода, когда чистый денежный доход меняет знак с "-" на "+"; NPV_n – положительный чистый денежный доход в n году; NPV_{n-1} – отрицательный чистый денежный доход по модулю в $n-1$ году.

Срок окупаемости составит:

$$PP=7+1567377,9/(1728131,8+1567377,9)=7,48=7\text{ лет }6\text{ месяцев.}$$

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле:

$$PI = PV/IC \quad (6.14)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (6.11), IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (6.12).

На конечный срок расчетного периода – 8 лет индекс рентабельности будет равен:

$$PI = 38463073,1/34030034,7= 1,13$$

Другим важным показателем является внутренняя норма доходности, определяемая на основе выражения с использованием итерационных расчетов:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1). \quad (6.15)$$

$$IRR = 15 + \frac{1567377,9}{1567377,9 - (-44481,6)} (17 - 15);$$

$$IRR = 15 + 1,94 = 16,94\%$$

В итоге норма дисконта проекта составляет 16,94%, что является следствием эффективности принятых решений. А также возможности принятия данного проекта к реализации.

Основные технико-экономические показатели, рассчитанные в данном

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

разделе, занесены в таблицу 6.15.

Таблица 6.15 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Количество абонентов	1166
Капитальные вложения, тыс. руб.	20 509,382
Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.	3 013,079
Фонд оплаты труда, тыс. руб.	720
Страховые взносы, тыс. руб.	216
Амортизационные отчисления, тыс. руб.	1 025,469
Материальные затраты, тыс. руб.	719,081
Прочие расходы, тыс. руб.	288
Срок окупаемости	7 лет 6 месяцев

Анализ технико-экономических показателей проекта свидетельствует об эффективности принятых проектных решений и подтверждает их экономическую обоснованность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной работы была спроектирована сеть связи для предоставления мультисервисных услуг жителям поселка Сосновка Сланцевского района Ленинградской области. В процессе проектирования были решены все поставленные задачи.

Проведенный анализ инфраструктуры и существующей сети связи поселка Сосновка показал, что поселок является молодым и развивающимся. В настоящее время в поселке Сосновка отсутствует сеть связи, способная удовлетворить потребности всех жителей в качественном, высокоскоростном доступе к сети Интернет. Кроме того, жители поселка не имеют возможность получения услуг цифрового телевидения в высоком качестве.

Анализ научно-технической литературы показал, что для построения мультисервисной сети связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области целесообразно использовать технологию пассивных оптических сетей GPON. Это позволит обеспечить высокое качество связи, с обеспечением возможности получения услуг Triple Play Services, включая высокоскоростной доступ к сети Интернет.

Для реализации сети выбрана древовидная архитектура с двумя уровнями. При этом сеть связи построена с использованием разбиения на 19 кластеров, 18 из которых обслуживают по 64 абонента, а один – 14 абонентов. 18 кластеров построена с использованием 2х уровней разветвителей 1х16 и 1х4. Девятнадцатый кластер построен с использованием только разветвителя 1х16. Такая реализация позволит снизить расходы на реализацию сети связи в поселке Сосновка Ленинградской области.

В рамках данной работы также была выполнена оценка потенциальной нагрузки каждого кластера. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования выбранного варианта реализации для предоставления услуг Triple Play Services с обеспечением высоких скоростей

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

передачи данных.

На основе проведенного анализа телекоммуникационного рынка было выбрано оборудование для реализации мультисервисной сети связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области. В качестве станционного устройства выбрано оборудование фирмы ZTE ZXHA10 C320, позволяющее построить качественную надежную сеть связи с использованием технологии GPON. На стороне абонента предлагается использовать абонентские терминалы HUAWEI ONU GPON, являющиеся новой серией компании HUAWEI. Также было выбрано пассивное оборудование для построения дерева сети. В рамках данного проекта выбраны оптические планарные делители SNR-PLC-1x16 и SNR-PLC-1x4.

Также в работе представлены рекомендации по построению мультисервисной сети связи в поселке Сосновка Сланцевского района Ленинградской области.

Оценка технико-экономических показателей проекта свидетельствует о правильности принятых решений. Результаты расчетов показали, что для построения сети связи, удовлетворяющей потребности 1166 абонентов, необходимы капитальные вложения в объеме 20 млн. 509 тысяч 382 рубля. При этом ежегодные расходы на эксплуатацию сети связи составят 3 млн. 13 тысяч 79 рублей. При условии поэтапного подключения абонентов в течение 6 лет проект окупится через 7 лет и 6 месяцев.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. MapData.ru — карта России с городами // [Официальный сайт] URL: <https://mapdata.ru> (Дата обращения: 10.01.2019г)
2. OpenStreetMap Карта Мурино // [Официальный сайт] URL: <https://www.openstreetmap.org/> (Дата обращения: 10.01.2019г)
3. Shop.Nag.ru // [Официальный сайт] URL: <https://shop.nag.ru/> (Дата обращения: 22.01.2019г)
4. Административно-территориальное деление Ленинградской области / Сост. Кожевников В. Г.. — Справочник. — СПб.: Инкери, 2017. — С. 154. — 271 с. — 3000 экз.
5. Администрация Ленинградской области // [Официальный сайт] URL: <http://lenobl.ru> (Дата обращения: 10.01.2019г)
6. Администрация муниципального образования Сланцевский муниципальный район // [Официальный сайт] URL: <http://www.slanmo.ru> (Дата обращения: 10.01.2019г)
7. Города и регионы России 2019 // [Официальный сайт] URL: <https://gorodarus.ru> (Дата обращения: 10.01.2019г)
8. Денисьева О.М., Мирошников Д.Г. Средства связи для «последней мили». - М.: Эко-Трендз, 2000. -141 с.
9. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2003. - 432 с.
10. КДДС – Оборудование для сетей связи // [Официальный сайт] URL: <https://www.kdds.ru/> (Дата обращения: 22.01.2019г)
11. Методика построения xPON сетей // Инновационные технологии в телекоммуникациях [Официальный сайт] URL: <http://foxes-com.ru>
12. Построение сети абонентского доступа на основе PON-технологии // Инлайн Телеком Солюшнс [Официальный сайт] URL: <https://inlinetelecom.ru> (Дата обращения: 15.01.2019г)

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

13. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения.
- СПб.: Наука и Техника, 2005. -240 с.

14. Сланцевский район // [Официальный сайт] URL:
<http://russiaregions.ru/leningradskaya-oblast/slantsevskij-rajon/> (Дата обращения:
10.01.2019г)

15. Технологии мультисервисных сетей связи: Учебное пособие.
ГОУВПО. – СПб., 2009.

					11120005.110302.554.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		